

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор КГУ

/Т.Р. Змызгова/

«Зависов» 2023 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

**Электрические машины и аппараты**  
(наименование дисциплины)

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность:

**Энергообеспечение предприятий**

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2023

Рабочая программа дисциплины «Электрические машины и аппараты» составлена в соответствии с учебным планом по программе бакалавриата Теплоэнергетика и теплотехника (Энергообеспечение предприятий), утвержденной:

- для очной формы обучения « 30 » июня 2023 года;
- для заочной формы обучения « 30 » июня 2023 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» « 30 » августа 2023 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил  
зав. кафедрой «Цифровая энергетика»



В.И. Мошкин

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Цифровая энергетика»



В.И. Мошкин

Специалист по учебно-методической  
работе учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник  
управления образовательной деятельности



И.В. Григоренко



## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 6 зачетных единиц трудоемкости (216 академических часа)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр	
		5	6
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>64</b>	<b>40</b>	<b>24</b>
<b>в том числе:</b>			
Лекции	48	32	16
Лабораторные работы	8	-	8
Практические занятия	8	8	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>152</b>	<b>104</b>	<b>48</b>
<b>в том числе:</b>			
Курсовая работа	36	36	-
Подготовка к зачету	18	18	-
Подготовка к экзамену	27	-	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	71	50	21
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Зач, Экз</b>	<b>Зачет</b>	<b>Экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>216</b>	<b>144</b>	<b>72</b>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр	
		7	8
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>в том числе:</b>			
Лекции	6	4	2
Лабораторные работы	2	-	2
Практические занятия	2	2	-
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>206</b>	<b>138</b>	<b>68</b>
<b>в том числе:</b>			
Подготовка курсовой работы	36	36	-
Подготовка к зачету	18	18	-
Подготовка к экзамену	27	-	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	125	84	41
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Зачет, Экзамен</b>	<b>Зачет</b>	<b>Экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>216</b>	<b>144</b>	<b>72</b>



## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Электрические машины и аппараты» относится к дисциплинам, формируемым участниками образовательных отношений Блока 1.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях, навыках, приобретенных обучающимися в ходе изучения следующих дисциплин:

- Физика;
- Математика
- Электротехника и электроника.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для изучения дисциплин: «Электроснабжение».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Электрические машины и аппараты» является изучение принципа действия и проектирования электрооборудования, входящего в состав энергетического комплекса промышленных предприятий, выработка навыков у студентов самостоятельно формулировать и решать задачи проектирования и конструирования трансформаторов, электрических машин и электрических аппаратов, применяемых в энергетическом комплексе предприятия.

Задачами освоения дисциплины являются:

научить студентов:

- классифицировать электрические машины и описывать сущность происходящего в них электромеханического преобразования энергии;
- самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик электрических машин и аппаратов;
- проводить элементарные испытания электрических машин;

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-1);
- способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-5).

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- литературные источники по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении выпускной квалификационной работы (ПК-1);
- состав и порядок осуществления проектных работ в теплоэнергетике; (ПК-5)

*уметь:*



– выбирать необходимые методы проектирования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного производственного энергообъекта (ПК-1);

– - разрабатывать проектную и рабочую документацию в соответствии с нормативными документами; (ПК-5)

*владеть:*

– навыками контроля и оценки качества проектирования различных видов теплоэнергетических процессов на производстве (ПК-1);

– основами современных методов проектирования и расчета теплоэнергетических систем (ПК-5).

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Учебно-тематический план Очная форма обучения (5 семестр)

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение.	2	-	-
	2	Трансформаторы.	10	4	-
	3	Асинхронные машины	9	4	-
		Рубежный контроль № 1	1		-
Рубеж 2	4	Синхронные машины.	9		-
		Рубежный контроль № 2	1		-
<b>Всего:</b>			<b>32</b>	<b>8</b>	<b>-</b>

##### Очная форма обучения (6 семестр)

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	2	Трансформаторы.	-	-	2
	3	Асинхронные машины	-	-	2
	5	Электрические машины постоянного тока	6	-	-
		Рубежный контроль № 1	2	-	-
Рубеж 2	4	Синхронные машины.	-	-	2
	6	Электрические и электронные аппараты	6		2
		Рубежный контроль № 2	2	-	-
<b>Всего:</b>			<b>16</b>	<b>-</b>	<b>8</b>

##### Зачная форма обучения (7 семестр)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич.	Лабораторные



			занятия	торные работы
1	Основы электромеханики	1	-	-
2	Трансформаторы	1	2	-
3	Асинхронные машины	1	-	-
4	Синхронные машины	1	-	-
<b>Всего:</b>		<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>

#### Заочная форма обучения (8 семестр)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
3	Асинхронные машины	-	-	2
6	Электрические и электронные аппараты	1	-	-
7	Выбор электрических машин и аппаратов	1	-	-
<b>Всего:</b>		<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>

#### 4.2. Содержание лекционных занятий

**Тема 1. Основы электромеханики.** Введение. Роль электрических машин в современной технике. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Вращающееся магнитное поле в электрических машинах и условия его создания. Обмотки машин переменного тока. ЭДС в обмотке, обмоточный коэффициент. Составляющие магнитного поля и индуктивные сопротивления обмоток. Электромагнитные силы и моменты в электрических машинах. Потери и КПД. Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин: закон электромагнитной индукции,

**Тема 2. Трансформаторы.** Принцип работы и конструкции трансформаторов. Параметры и Автотрансформатор. Многообмоточный трансформатор. Специальные трансформаторы.

**Тема 3. Асинхронные машины.** Асинхронные машины. Конструкции и принцип действия. Параметры и их приведение. Основные уравнения, векторная диаграмма и схемы замещения асинхронных двигателей. Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронной машины. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Пуск асинхронных двигателей. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.

**Тема 4. Синхронные машины.** Конструкции, принцип действия генераторов и двигателей. Характеристика холостого хода синхронного генератора. Реакция якоря в синхронном генераторе и ее зависимость от характера нагрузки. Параметры синхронной машины в установившемся режиме. Уравнения и векторные диаграммы генераторов. Электромагнитный момент и угловая характеристика. Специальные синхронные машины.

**Тема 5. Машины постоянного тока.** Принцип действия и конструкция двигателя и генератора. ЭДС в обмотке якоря. Характеристика холостого хода генератора. Реакция якоря. Схемы и способы возбуждения машин постоянно-



го тока. Уравнения и характеристики генераторов при различных способах возбуждения. Электромагнитный момент двигателя постоянного тока.

**Тема 6. Электрические и электронные аппараты.** Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы. Классификация электрических и электронных аппаратов по назначению, по току и напряжению, по области применения. Применение электрических и электронных аппаратов в системах теплоэнергетики. Процессы коммутации в электромеханических аппаратах. Понятие об электрических контактах, их сопротивление и износ. Коммутационные аппараты: предохранители, разъединители, выключатели, реакторы. Электромеханическое реле.

**Тема 7. Выбор электрических машин и аппаратов.** Выбор электрических машин по виду потребляемого тока, назначению, месту установки. Основные требования, предъявляемые при эксплуатации, эксплуатационные нормы. Показатели надежности электрических машин и аппаратов.

#### 4.3. Практические занятия

##### Очная форма обучения (5 семестр), заочная форма обучения (7 семестр)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
2	Трансформаторы	Схема замещения трансформатора.	2	-
		Анализ параметров трансформатора.	2	2
3	Асинхронные машины	Схема замещения АД.	2	-
		Параметры АД.	2	-
<b>Всего:</b>			<b>8</b>	<b>2</b>

##### Очная форма обучения (6 семестр), заочная форма обучения (8 семестр) (практических занятий не предусмотрено)

#### 4.4. Лабораторные занятия

##### Очная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.	
			5 семестр	6 семестр
2	Трансформаторы	Исследование однофазного трансформатора	-	2
3	Асинхронные машины	Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	-	2



4	Синхронные машины	Исследование синхронного генератора	-	2
5	Электрические машины постоянного тока	Исследование двигателя постоянного тока	-	2
<b>Всего:</b>			-	<b>8</b>

### Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.	
			7 семестр	8 семестр
3	Асинхронные машины	Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	-	2
<b>Всего:</b>			-	<b>2</b>

### 4.5 Курсовая работа

Основными задачами проектирования являются:

- систематизация и расширение объема знаний по электрическим машинам и аппаратам;
- получение навыков активного использования теоретических положений при решении практических задач;
- получение навыков использования стандартов при оформлении материалов работы.

В процессе проектирования необходимо:

- изучить литературные материалы по объекту проектирования (трансформатор), составить краткий обзор по изученным материалам;
- выполнить расчеты, оценить эксплуатационные свойства спроектированного трансформатора и дать оценку точности расчёта;
- составить расчетно-пояснительную записку и оформить графическую часть.

### Задание на курсовую работу

Курганский государственный университет  
Кафедра «Цифровая энергетика»

#### Задание на курсовую работу

по дисциплине: «Электрические машины и аппараты»

студенту Иванову И.И. группы ИТ -13101...

Направление: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Тема проекта: **«Расчёт трёхфазного сухого силового трансформатора»**

1 Исходные данные для проектирования:

$S_{ном},$ кВ·А	Напряжения, кВ		$u_k,$ %	$i_0,$ %	Потери, кВт		Марка стали.	Толщина листа марки стали, мм	
	$U_{вн}$	$U_{нн}$			$P_k$	$P_0$		3404	3405
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



160	3,2	0,23	5,3	3,8	2,7	0,70	3405	0,30	0,35
-----	-----	------	-----	-----	-----	------	------	------	------

Материал провода обмоток	Форма ярма	Плотность тока в обмотках $j_{доп}$ , А/мм <sup>2</sup>	Класс нагревостойкости изоляции	Технология изготовления пластин	Конструкция обмоток цилиндрическая...		Схема соединения
					НН	ВН	
11	12	13	14	15	16	17	18
медь.	ступ.	2,5	F	Снятие заусенец, отжиг	двухслойная цилиндрич.	многослойная цилиндрич.	$\Delta/Y_0$

2 Выполнить электромагнитный расчет трансформатора, в том числе:

- 2.1 определить основные электрические величины токов, рабочих и испытательных напряжений;
- 2.2 рассчитать основные размеры трансформатора;
- 2.3 произвести расчет обмоток НН и ВН;
- 2.4 оценить тепловой режим обмоток;
- 2.5 рассчитать параметры короткого замыкания и механические усилия в обмотках при коротком замыкании за трансформатором;
- 2.6 выполнить окончательный расчет размеров магнитопровода и параметров холостого хода;
- 2.7 рассчитать массу активных материалов трансформатора.

3 Конструкторско-технологическая часть проекта.

4 Оценка эксплуатационных свойств рассчитанного трансформатора.

5 Графическая часть проекта содержит:

- 5.1 чертеж конструкции обмоток;
- 5.2 чертеж центрального пакета магнитопровода;
- 5.3 чертеж сечения стержня;
- 5.4 чертеж сечения ярма (для полуступенчатой формы);
- 5.4 схему электрическую обмотки ВН с ответвлениями;
- 5.5 чертеж общего вида трансформатора;

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение практических и лабораторных работ.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.



Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ и защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ.

При проведении практических занятий используется иллюстративный материал, также рекомендуется подготовка и проведение деловых игр с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

На практических занятиях студенты выполняют практические задания, решают конкретные задачи.

Для текущего контроля успеваемости для очной формы обучения используется балльно-рейтинговая система (БРС).

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам, выполнение курсовой работы, подготовку к зачету, экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

**Рекомендуемый режим самостоятельной работы  
Очная форма обучения (5 семестр), заочная форма обучения (7 семестр)**

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>42</b>	<b>83</b>
Трансформаторы .Схема замещения	10	20
Асинхронные машины. Способы регулирования частоты вращения	8	7
Синхронные машины. Режим генератора.	10	20
Назначение и конструктивное исполнение компенсационной обмотки в машинах постоянного тока	6	18
Электрические и электронные аппараты	8	18
<b>Подготовка к лабораторным занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	<b>4</b>	<b>-</b>
<b>Выполнение курсовой работы</b>	<b>36</b>	<b>36</b>



Выполнение контрольной	-	-
Подготовка к зачету	18	18
Подготовка к экзамену	-	-
<b>Всего:</b>	<b>104</b>	<b>138</b>

**Очная форма обучения (6 семестр), заочная форма обучения (8 семестр)**

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>13</b>	<b>40</b>
Магнитное поле синхронной машины при нагрузке, продольная и поперечная реакция якоря	4	8
Синхронные двигатели. Способы пуска. Регулирование скорости вращения. Синхронный компенсатор.	2	8
Электрические выключатели.	2	8
Приводы электрических аппаратов	2	8
Электрические контакты.	3	8
<b>Подготовка к лабораторным занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
<b>Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	<b>4</b>	<b>-</b>
<b>Выполнение курсовой работы</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Подготовка к зачету</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Всего:</b>	<b>48</b>	<b>68</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения).
2. Курсовая работа.
3. Отчеты студентов по лабораторным работам.
4. Банк задач для практических занятий.
5. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2 (для очной формы обучения).
6. Перечень вопросов к зачету.
7. Перечень вопросов к экзамену.

### 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки



## работы студентов по дисциплине

### Очная форма обучения (5 семестр)

№	Наименование	Содержание						
		<i>Распределение баллов за 5 семестр</i>						
1	Распределение баллов за семестр по видам учебной работы ( <i>доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии</i> ), сроки сдачи учебной работы (при необходимости)	Вид УР:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Работа на практических занятиях	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка:	<i>До 16</i>	-	<i>До 32</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>30</i>
		Примечания:	<i>16 лекций по 1 баллу</i>	-	<i>4 занятия по 8 баллов</i>	<i>После 11 лекции</i>	<i>На последнем лекционном занятии</i>	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – незачтено; ≥61 баллов - зачтено.						
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал не менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее по тем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение дополнительных заданий по дисциплине;</li> <li>- дополнительные баллы начисляются преподавателем;</li> <li>- участие в течение семестра в учебной, научной</li> </ul>						



		исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

### Очная форма обучения (6 семестр)

№	Наименование	Содержание					
		Распределение баллов					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	До 16	До 32	До 11	До 11	До 30
		Примечания:	8 лекций по 2 балла	До 8 баллов за 2-х часовую лабораторную работу, (4 л.р. 2-х часовых)	После 4-го лекционного занятия	На последнем лекционном занятии	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично					

3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения экзамена без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение дополнительных заданий по дисциплине</li> <li>- участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.</li> </ul>
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набранная сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>



5	Критерий оценки курсовой работы	<p>По курсовой работе выставляется отдельная оценка. Максимальная сумма по курсовой работе устанавливается в 100 баллов.</p> <p>При оценке качества выполнения работы и уровня защиты рекомендуется следующее распределение баллов:</p> <p>а) качество пояснительной записки и графической части – до 40 баллов;</p> <p>б) качество доклада – до 20 баллов;</p> <p>в) качество защиты работы – до 40 баллов.</p> <p>При рассмотрении качества пояснительной записки и графической части работы принимается к сведению ритмичность выполнения работы, отсутствие ошибок, логичность и последовательность построения материала, правильность выполнения и полнота расчетов, соблюдение требований к оформлению и аккуратность выполнения работы.</p> <p>При оценке уровня качества доклада учитывается уровень владения материалом, степень аргументированности, четкости, последовательности и правильности изложения материала, а также соблюдение регламентов.</p> <p>При оценке уровня качества ответов на вопросы принимается во внимание правильность, полнота и степень ориентированности в материале.</p> <p>Комиссия по приему защиты курсовой работы оценивает выше указанные составляющие компоненты и определяет итоговую оценку.</p>
---	---------------------------------	---

### Курсовая работа (6 семестр)

Объект оценки:	Качество пояснительной записки и графической части	Качество доклада	Качество защиты	Всего
Балльная оценка:	До 40	До 20	До 40	100

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежный контроль проводится в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1 и № 2 состоят из 11 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле студенту отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по количеству правильных ответов (по 1 баллу за каждый вопрос) и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Зачет проводится в форме устного собеседования по билетам, состоящим их двух вопросов. За правильный ответ на каждый вопрос студент максимально может получить 15 баллов. Время, отводимое студенту на экзаменационный билет, составляет 1 астрономический час.

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов, на которые студент дает развернутый ответ. За правильный ответ на каждый вопрос студент максимально может получить 15 баллов. Время, отводимое студенту на экзаменационный билет, составляет 1 астрономический час.



Результаты текущего контроля успеваемости, зачета и экзамена заносятся преподавателем в зачетную и экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета и экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

#### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей, зачета и экзамена

##### Примеры тестовых заданий для рубежного контроля №1 (по теме «Трансформаторы», 5 семестр)

1. Трансформатором называется электротехническое устройство, служащее для преобразования ...
  - а) постоянного тока одного напряжения в постоянный ток другого напряжения;
  - б) переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты;
  - в) постоянного тока в переменный ток.
2. Обмотка трансформатора, которую подключают к приёмнику переменного тока, называется:
  - а) первичной; б) вторичной; в) нагрузкой; г) потребителем.
3. Обмотку высшего напряжения трансформатора делают из ... сечения.
  - а) медного провода большого; б) медного провода малого;
  - в) алюминиевого провода большого; г) алюминиевого провода малого.
4. Сердечник трансформатора собирают, из листов электротехнической стали, изолированных друг от друга для того, чтобы...
  - а) увеличить потери электрической энергии;
  - б) уменьшить потери на вихревые токи;
  - в) повысить потери на вихревые токи;
  - г) понизить электрическую энергию.
5. Основные части трансформатора ...
  - а) обмотки, магнитопровод; б) преобразователь напряжения, обмотки;
  - в) электромагнит, катушки; расширитель; г) обмотки, электроприёмник.
6. Повышающий трансформатор понизит напряжение сети ...
  - а) может; б) не может.
7. Какие утверждения, касающиеся работы трансформатора в сети, справедливы при любых режимах работы:

а) $I_1 = \text{const}$	б) $U_1 = \text{const}$	в) $I_1 = \text{const}$	г) $U_1 = \text{const}$
$U_2 = \text{const}$	$\Phi_m = \text{const}$	$I_2 = \text{const}$	$I_2 = \text{const}$



8. Магнитопровод трёхфазного трансформатора имеет стержней ...  
 а) один; б) два; в) три; г) четыре.

**Примеры тестовых заданий для рубежного контроля №2  
 (по теме «Асинхронные машины», 5 семестр)**

**Задание 1**

В каком из выражений для асинхронного двигателя допущена ошибка?  
 Варианты ответов:

1)  $I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{\left(\frac{R_2'}{s}\right)^2 + X_k^2}}$ . 2)  $s_k = \frac{R_2'}{X_k}$ . 3)  $M = \frac{2M_{max}}{s_H + s_k}$ ; 4)  $s_k = s_H (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1})$ .

**Задание 2**

Каков КПД цепи якоря двигателя, исходя из рис. 1?

Варианты ответов: 1)  $\approx 97\%$ . 2)  $\approx 95\%$ .  
 3)  $\approx 93\%$ . 4)  $\approx 91\%$ .

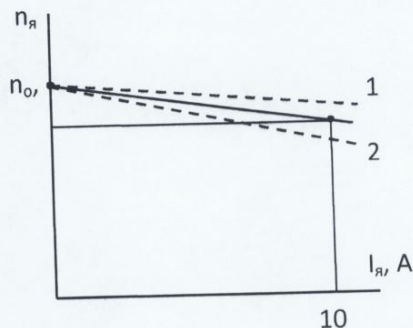


Рис.1

**Задание 3**

Кривая 2 на рис. 1 построена, исходя из теоретической зависимости

$n_я = \frac{U_c - I_я \cdot R_я}{C_e \Phi}$ , т.е. линейна. Фактическая кривая смещена вверх или вниз.

Какая из характеристик (1 или 3) соответствует реальному поведению двигателя и по какой причине?

- Варианты ответов: 1) Кривая 1, т.к. растет сопротивление якоря  $R_я$ .  
 2) Кривая 1, т.к. растет насыщение магнитной цепи.  
 3) Кривая 3, т.к. растет сопротивление якоря.  
 4) Кривая 3, т.к. растет насыщение магнитной цепи.

**Задание 4**

Асинхронный двигатель имеет параметры:  $M_{max}=50\text{Н}\cdot\text{м}$ ;  $M_H=25\text{Н}\cdot\text{м}$ ;  $n_H=1400$  об/мин. Какова частота тока ротора  $f_2$  при номинальной частоте вращения и критическое скольжение  $s_k$ ?

Варианты ответов:

- 1)  $f_2 = 3,3$  Гц;  $s_k \approx 6,6\%$       2)  $f_2 = 3,3$  Гц;  $s_k \approx 25\%$   
 3)  $f_2 = 12,5$  Гц;  $s_k \approx 6,6\%$       4)  $f_2 = 12,5$  Гц;  $s_k \approx 25\%$

**Примеры тестовых заданий для рубежного контроля №1**  
(по теме «Синхронные машины», 6 семестр)

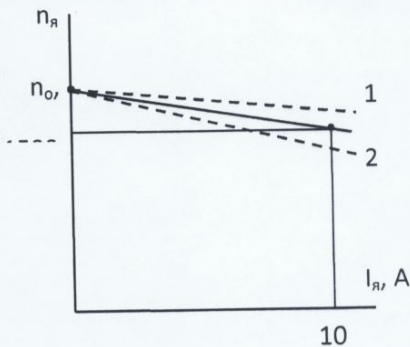
1. Синхронизм синхронного генератора, работающего в энергосистеме не-возможен, если
  - a) Вращающий момент турбины больше амплитуды электромагнитного момента;
  - b) Вращающий момент турбины меньше амплитуды электромагнитного момента;
  - c) Всегда возможен
  - d) Эти моменты равны
  
2. С какой целью на роторе синхронного двигателя иногда размещают дополнительную короткозамкнутую обмотку?
  - a) Для увеличения КПД
  - b) Для регулирования скорости вращения.
  - c) Для раскручивания ротора при запуске.
  - d) Для увеличения вращающего момента.
  
3. Каким должен быть зазор между ротором и статором синхронного генератора для обеспечения синусоидальной формы индуцируемой ЭДС?
  - a) Увеличивающимся от середины к краям полюсного наконечника.
  - b) Уменьшающимся от середины к краям полюсного наконечника.
  - c) Волнистым.
  - d) Строго одинаковым по всей окружности ротора
  
4. К какому источнику электрической энергии подключается обмотка статора синхронного двигателя?
  - a) К источнику постоянного тока.
  - b) К источнику однофазного переменного тока.
  - c) К источнику двухфазного переменного тока.
  - d) К источнику трехфазного тока
  
5. В качестве каких устройств используются синхронные машины?
  - a) Двигатели.
  - b) Генераторы.
  - c) Синхронные компенсаторы.
  - d) Всех перечисленных

**Примеры тестовых заданий для рубежного контроля №2**  
(по теме «Электрические машины постоянного тока», 6 семестр)

1. ЭДС  $e$  и ток  $i$  совпадают по направлению в ...
  - a) двигателе постоянного тока;
  - б) генераторе постоянного тока;
  - в) трансформаторе;
  - г) коллекторе.



2. На рисунке приведена токовая характеристика (2) двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.  $U_H=220\text{В}$ ;  $R_{я}=2\text{Ома}$ . Чему равна частота вращения на холостом ходу  $n_0$ , исходя из указанных для кривой 2 значений?



Варианты ответов:

- а) 1550 об/мин.
- б) 1600 об/мин.
- в) 1650 об/мин.
- г) 1700 об/мин.

3. В генераторе постоянного тока происходит преобразование...

- а) тепловой энергии в электрическую энергию;
- б) электрической энергии в тепловую энергию;
- в) механической энергии в электрическую энергию;
- г) электрической энергии в механическую энергию;
- д) электрической энергии в химическую энергию.

4. Часть генератора постоянного тока, обеспечивающая выпрямление переменного тока это ...

- а) станина; б) коллектор; в) подшипники; г) обмотка возбуждения;
- д) выводные концы.

5. Генератор постоянного тока можно использовать в качестве двигателя постоянного тока и наоборот

- а) нельзя; б) можно с переделками; в) можно.

### Примерный перечень вопросов к зачету

#### Трансформаторы

1. Докажите, что при увеличении тока во вторичной обмотке трансформатора должен увеличиваться ток в первичной?
2. С какой целью используются трансформаторы в системах передачи и распределения электрической энергии? Ответ обоснуйте.
3. Как определить опытным путем потери в стали магнитопровода и потери в обмотке трансформатора? Приведите необходимые пояснения.
4. Принцип действия трансформатора.
5. Какие рабочие свойства трансформатора можно оценить по величине напряжения к. з.  $u_k$ ? Приведите необходимые пояснения.
6. Как повлияет на работу трансформатора введение воздушного зазора в магнитопровод? (В режиме холостого хода)
7. Какие процессы будут иметь место в трансформаторе, если первичную обмотку трансформатора подключить к источнику постоянного тока такого же напряжения ?



8. Что такое напряжение короткого замыкания, чем оно определяется? На какие характеристики трансформатора оказывает влияние его значение.

### ***Асинхронные машины***

1. Работа асинхронной машины в генераторном режиме (механическая характеристика, энергетическая диаграмма).
2. Как можно изменить направление вращения асинхронного двигателя (приведите обоснование)?
3. Объясните зависимость КПД от нагрузки. При каких условиях КПД достигает максимального значения?
4. Какие виды асинхронных машин Вы знаете? Опишите их конструкцию.
5. Поясните определение параметров схемы замещения асинхронных машин по опытным данным.
6. Изменяется ли угол сдвига фазы между током и ЭДС обмотке ротора при изменении скольжения от 1 до 0? Поясните почему.
7. Как изменится магнитный поток асинхронного двигателя при увеличении частоты питающей сети при постоянном напряжении? Приведите обоснование.
8. В каких случаях возможно применение способа пуска асинхронного двигателя при переключении схемы обмотки со звезды на треугольник?

### ***Электрические и электронные аппараты***

1. Конструктивное исполнение электрических аппаратов: основные элементы, кинематические связи, принцип работы.
2. Приводы электрических аппаратов: электромагнитный, электродвигательный, пневматический и т.д. Сравнительная оценка.
3. Электродинамические усилия, действующие в электрических аппаратах: причины возникновения, характер и методика расчёта.
4. Способы гашения электрической дуги.
5. Электромагнитные реле тока и напряжения: назначение, кинематическая схема, принцип действия.
6. Высоковольтные масляные выключатели: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.
7. Гибридные электрические аппараты: назначение, конструктивное исполнение, принцип действия.
8. Контакты электрических аппаратов. Переходное сопротивление контактов. Способы его уменьшения.

### ***Примерный перечень вопросов к экзамену***

1. Материалы, применяемые в электрических машинах.
2. Классы нагревостойкости изоляционных материалов обмоток.
3. Принцип действия трансформатора, назначение, конструкция.
4. Магнитные цепи электромеханических преобразователей. Виды магнитопроводов. Расчёты магнитных цепей. Почему сердечник трансформатора



выполняется из электротехнической стали, а не из неферромагнитного материала?

5. Уравнение МДС и токов трансформатора. Приведение параметров.
6. Опыт холостого хода трансформатора. Определение параметров схемы замещения по показаниям приборов, векторная диаграмма в режиме х.х.
7. Опыт к.з. трансформатора. Определение параметров схемы замещения по показаниям приборов, векторная диаграмма в режиме к.з.
8. Определение параметров схемы замещения трансформатора по показаниям приборов.
9. Трёхфазные трансформаторы. Конструкции.
10. Внешняя характеристика трансформатора при различном характере нагрузки.
11. Многообмоточные трансформаторы (трёхобмоточные и с расщеплением вторичной обмотки).
12. Законы электромеханики. Элементы обмоток электрических машин.
13. Способы получения вращающегося магнитного поля с помощью трёхфазной обмотки.
14. Способы получения вращающегося магнитного поля с помощью двухфазной обмотки.
15. Асинхронные машины. Принцип действия, конструкция, виды роторов, их конструктивные особенности. Скольжение. Режимы работы асинхронной машины.
16. Частота тока ротора. ЭДС статора и ротора асинхронной машины
17. Электромагнитный момент и ток ротора асинхронной машины
18. Схемы замещения асинхронной машины. Векторная диаграмма асинхронного двигателя.
19. Механическая характеристика асинхронной машины. Основные режимы (устойчивый и неустойчивый).
20. Формула Клосса.
21. Регулирование частоты вращения ротора асинхронного двигателя. Сравнение способов.
22. Синхронные машины. Принцип действия. Устройство. Понятие об явнополюсных и неявнополюсных машинах.
23. Характеристики синхронного генератора: холостого хода, короткого замыкания.
24. Системы возбуждения синхронных машин.
25. Реакция якоря синхронных машин.
26. Внешняя характеристика синхронного генератора.



27. Электромагнитная мощность синхронной машины. Устойчивость режима.
28. Устройство машин постоянного тока. Принцип действия.
29. Режимы работы машин постоянного тока: двигательный и генераторный.
30. ЭДС машины постоянного тока.
31. Электромагнитный момент машины постоянного тока.
32. Способы возбуждения машин постоянного тока: независимое, параллельное, последовательное, смешанное, от постоянных магнитов.
33. Магнитное поле машины при нагрузке. Понятие о реакции якоря.
34. Двигатель постоянного тока. Принцип действия, конструктивные исполнения ДПТ.
35. Особенности пуска двигателя постоянного тока. Способы пуска двигателя постоянного тока.
46. Механические характеристики двигателя постоянного тока с различными способами возбуждения.
47. Тепловые процессы в электрических аппаратах, источники тепла, способы передачи тепла. Постоянная времени нагрева, способ определения.
48. Электродинамические силы в электрических аппаратах постоянного и переменного тока.
49. Электрические контакты, классификация, применяемые материалы.
50. Переходное сопротивление контакта, способы определения.
51. Процессы в дуговой промежутке, электрическая дуга, статическая и динамическая вольтамперные характеристики.
52. Коммутация цепей постоянного и переменного токов, индуктивно-активной и емкостной нагрузки. Коммутационное перенапряжение. Способы гашения электрической дуги.
53. Схемы бездуговой коммутации цепей переменного и постоянного тока.
54. Электромагнитные механизмы в электрических аппаратах постоянного и переменного токов.
55. Способы ускорения и замедления срабатывания электромагнита.

#### **6.5. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего и рубежного контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

### **7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**



## 7.1. Основная учебная литература

1 Беспалов В.Я., Котеленец Н.Ф. Электрические машины. – М.: Академия, 2010.– 314 с.

## 7.2. Дополнительная учебная литература

1 Электрическая часть электростанций и подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Старшинов, М.В. Пираторов, М.А. Козина; под ред. В.А. Старшинова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008744.html>

2. Основы современной энергетики. т.2: учебник для вузов, в 2 т./под общ. ред. Е. В. Аметистова, А. П. Бурмана, В. А. Строева; 4-е изд., перераб. и доп. - М.: МЭИ, 2008. – 632 с. Доступ из ЭБС «Консультант студента»:  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383005033.html>

3. Мошкин В.И., Нейман В.Ю., Угаров Г.Г. Импульсные линейные электромагнитные двигатели. – Курган: Изд-во Кург. гос. университета, 2010. – 220 с.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Методические указания и задания к выполнению контрольной работы для студентов направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Сост. Мошкин В.И.– Курган, Изд-во КГУ, 2017.–14с. (режим доступа – ЭБС КГУ).

2. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Сост. Мошкин В.И. – Курган, Изд-во КГУ, 2017.–62с. (режим доступа – ЭБС КГУ).

3. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Электрические машины и аппараты» (работы 1-6) / Составил доцент Мошкин В.И. - Курган: Изд-во КГУ, 2017. – 50с. (режим доступа – ЭБС КГУ).

4. 1 Методические указания к практическим занятиям по курсу «Электромеханика» / Составил доцент Мошкин В.И. - Курган: Изд-во КГУ, 2017. – 18с. (режим доступа – ЭБС КГУ)

## 9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. ЭБС КГУ: <http://dspace.kgsu.ru>
2. ЭБС «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru>
3. ЭБС «znanium.com»: <http://znanium.com>
4. <http://www.hse.ru/> - Высшая Школа Экономики (Государственный Университет);
5. [www.minfin.ru](http://www.minfin.ru) – Минфин РФ;

## 10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента
3. ЭБС «Znanium. com
4. «Гарант» – справочно-правовая система

### **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

### **12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИ- ЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме online. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствуют п.4.1. Распределение баллов соответствует п.6.2, либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры в случае перехода на ЭО и ДОТ. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.



Аннотация к рабочей программе дисциплины  
**«Электрические машины и аппараты»**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность:

**Энергообеспечение предприятий**

Трудоемкость дисциплины: 6 ЗЕ (216 академических часа)

Семестр: 5, 6 (очная форма); 7, 8 (заочная форма)

Форма промежуточной аттестации: Зачет, Экзамен

Содержание дисциплины

Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Роль электрических машин и аппаратов в теплоэнергетике. Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин. принцип действия и конструкции двигателя и генератора. Трансформаторы, асинхронные и синхронные машины и машины постоянного тока. Конструкции, принцип действия, параметры, основные уравнения и характеристики. Пуск, торможение. и регулирование частоты вращения двигателя. Характеристики генераторов. Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин и аппаратов.